

CODILA+A. Modelo de apoyo para la preparación de actividades experimentales destinadas a la enseñanza de Ingeniería de Software en ambientes colaborativos y distribuidos geográficamente

María Inés Lund¹, Cesar Collazos², Emilio Ormeño¹

¹Instituto de Informática, Universidad Nacional de San Juan, UNSJ, San Juan, Argentina
[{mlund,eormeno}@iinfo.unsj.edu.ar](mailto:mlund,eormeno}@iinfo.unsj.edu.ar)

² Departamento de Sistemas, Universidad del Cauca, Popayán, Colombia
ccollazo@unicauca.edu.co

Abstract. En línea con las necesidades de la disciplina de Ingeniería de Software de adaptarse a los requerimientos del Desarrollo de Software Global; de capacitar y dar a los estudiantes la oportunidad de desarrollar habilidades sociales y pensamiento crítico para el trabajo en grupo; de ajustar, mejorar o generar procesos, técnicas y herramientas para entornos distribuidos, con resultados validados y fundamentados estadísticamente a través de estudios empíricos; y de incorporar a los programas de las carreras en sistemas y computación estas temáticas que el mercado mundial demanda, es que se propone “Modelo de apoyo para la preparación de actividades experimentales destinadas a la enseñanza de Ingeniería de Software en ambientes colaborativos y distribuidos geográficamente”. Este modelo, denominado CODILA Ampliado o CODILA+A, (Collaborative and Distributed Learning Activity) es un modelo abstracto, generado a partir de experiencias previas, que guía las actividades de un proceso de enseñanza-aprendizaje de temáticas de Ingeniería de Software, en ambiente experimental, usando estrategias colaborativas entre grupos de personas geográficamente dispersas.

Keywords: Ingeniería de software experimental; Ingeniería de software Global; CSCL; CSCW; modelo instruccional

1. Introducción

1.1 Presentación del Tema

El crecimiento vertiginoso de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TICs) está generando nuevas formas de trabajo y modificando diversas prácticas en la vida cotidiana. En esta transformación tecnológica se observa una tendencia progresiva hacia la colaboración entre personas para alcanzar un objetivo común.

La globalización en la Ingeniería de Software, al superar las barreras del tiempo y la distancia, permite reducir el tiempo de llegada al mercado, incrementar la productividad de los equipos, mejorar la calidad del producto y reducir los costos de

desarrollo [1]. El trabajo distribuido es una consecuencia de la globalización y representa un importante y creciente escenario laboral. El desarrollo de software global está transformándose en norma dentro de la industria del software, agrega nuevas complejidades y desafíos. Pero la gestión de desarrollo de software global y distribuido aún está en evolución [1], restan métodos y técnicas a desarrollar y validar, para transformarla en una disciplina más madura.

La complejidad de la construcción de software es bien conocida y documentada, incluye aspectos técnicos, cognitivos y sociales. Como resultado de esta actividad multifacética, los programas de ciencias de la computación e ingeniería de software entregados por las universidades deben poner especial atención a las tareas realizadas por los estudiantes, con el fin de: (1) mejorar su capacidad de analizar y resolver problemas, (2) exponerlos a un verdadero escenario de desarrollo de software, y (3) enseñarles a trabajar en ambientes geográficamente distribuidos.

A partir de esta perspectiva, cobra mayor importancia el área de investigación de Trabajo Cooperativo Asistido por Computador (CSCW-Computer Supported Collaborative Work), encaminado al estudio del ser humano dentro del contexto de trabajo, así como del diseño de herramientas (groupware) que den soporte al trabajo en grupo [2]. El objetivo es mejorar la comunicación y promover la generación de nuevos paradigmas de interacción, con estrategias que fomenten los componentes esenciales del trabajo colaborativo, en entornos donde impera la necesidad de la ejecución de tareas grupales.

El aprendizaje colaborativo soportado por computador (CSCL-Computer Supported Collaborative Learning) permite integrar un proceso de aprendizaje en ambientes mediados por computadoras. Para un aprendizaje social, los alumnos deben interactuar unos con otros, compartir información y coordinar acciones. La mediación computacional crea potenciales obstáculos, y el desafío es cómo fomentar interacciones efectivas alumno-alumno en entornos colaborativos [3].

En general toda la comunidad educativa de ingeniería de software está gradualmente moviéndose de clases teóricas, donde el alumno es un receptor pasivo, a proyectos en equipo, para resolver problemas vinculados directamente al desarrollo real y otros formatos de aprendizaje que requieren que los estudiantes ejerciten las ideas que estudiaron teóricamente [4], [5].

Estos cambios de paradigma de trabajo, donde se deben incorporar nuevos procesos ó técnicas, ó adaptar los mismos, deberían ser empíricamente probados a través de los principios de la ingeniería de software experimental, que promueven la aceptación de conclusiones solo una vez que se verifiquen una serie de pruebas experimentales fiables que confirmen su veracidad [6], [7], [8] e inclusive tener información respecto del impacto de esos cambios [9].

Este trabajo presenta un Modelo (Modelo CODILA Ampliado) que guía las actividades de un proceso de enseñanza-aprendizaje de temáticas de Ingeniería de Software, en un ambiente experimental, usando estrategias colaborativas entre grupos de personas geográficamente dispersas, y es el resultado de la tesis de Maestría en Informática de la UNLaM, del primer autor, asesorada por 2º y 3º autor.

1.2 Justificación

Las instituciones educativas deben contribuir al alumno a desarrollar las habilidades sociales requeridas para trabajar en un mercado de desarrollo de software global, en

su futuro como ingenieros de software. Estas capacidades son tan importantes como las habilidades técnicas, por lo tanto los ingenieros de software deben estar entrenados no sólo en aspectos científicos y técnicos del software sino también en habilidades sociales que le permitan hacer un trabajo efectivo. Un enfoque orientado a la práctica de instrucción es un buen recurso para la enseñanza de ingeniería de software [10].

Los estudios empíricos son cruciales para la evaluación de procesos y actividades realizadas por el hombre. La experimentación provee una forma sistemática, disciplinada, cuantificable y controlada de evaluar actividades ejecutadas por los seres humanos, permitiendo a los investigadores en ingeniería de software, evaluar nuevas invenciones y propuestas, comparándolas con las existentes [6].

El proceso desarrollo de software es esencialmente colaborativo, varias personas trabajan con un mismo objetivo, coordinando acciones, tareas y decisiones. Cuando esas personas trabajan en diferentes entornos, el Trabajo Cooperativo Asistido por Computador (CSCW) se torna imperioso.

El trabajo colaborativo requiere de habilidades sociales y capacidades de las cuales se debe recibir cierta instrucción y no hay mejor instrucción que ‘aprender haciendo’ [11]. El Aprendizaje Colaborativo Asistido por Computador (CSCL) permite a los alumnos aprender, interactuando unos con otros en entornos mediados por computadora y adquirir habilidades sociales y de trabajo en equipo.

En línea con las necesidades de la disciplina de Ingeniería de Software de: adaptarse a los requerimientos del Desarrollo de Software Global; de capacitar y dar a los estudiantes la oportunidad de desarrollar habilidades sociales y pensamiento crítico para el trabajo en grupo; de ajustar, mejorar o generar procesos, técnicas y herramientas para entornos distribuidos, con resultados validados y fundamentados estadísticamente a través de estudios empíricos; y de incorporar a los programas de las carreras en sistemas y computación, todas estas temáticas que el mercado mundial demanda, es que se propone un “*Modelo de apoyo para la preparación de actividades experimentales destinadas a la enseñanza de Ingeniería de Software en ambientes colaborativos y distribuidos geográficamente*”, como resultado de la tesis de maestría que en este trabajo se presenta.

1.3 Limitaciones y alcances

Esta propuesta está desarrollada para el diseño de actividades experimentales, y, aunque no limitada, para la enseñanza de ingeniería de software en ambientes colaborativos y distribuidos, con diseños de uno y dos factores con hasta dos tratamientos.

Las experiencias, en las que se basó el presente trabajo, fueron desarrolladas con estudiantes avanzados, ó recién recibidos, de carreras relacionadas a la informática y computación, de universidades latinoamericanas de habla hispana: U. de Chile, P. U. C. de Chile, U. del Quindío (Colombia), U. del Cauca (Colombia), U. de EAFIT – Medellín (Colombia), U.N.A. de Costa Rica, U. Tecnológica de Panamá y U.N. de San Juan, en el marco de diversos proyectos.

Este trabajo se organiza en secciones, en la sección 1 se ha expuesto la introducción a la temática, justificación y planteamiento de la propuesta, en la 2 se presentan los antecedentes de la propuesta, en la sección 3 el Modelo Propuesto. En la sección siguiente las conclusiones y posibles ampliaciones y finalmente las referencias.

2. Antecedentes

2.1 Trabajos Relacionados

Se encontraron muchas propuestas presentando diferentes estrategias de enseñanza-aprendizaje, de procesamiento de los datos, de criterios para medir la colaboración, de diferentes momentos en donde medir la colaboración, si se mide con datos cualitativos ó cuantitativos o mixtos, si la interacción es cara a cara o distribuida, sincrónica ó asincrónica, etc. Todas estas propuestas surgen con el fin de apoyar y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación de la ingeniería de software, en ambientes colaborativos. Sin embargo estas experiencias en general no presentan diseños experimentales para la evaluación de la propuesta y validación de los resultados y tampoco presentan, salvo algunas excepciones, escenarios geográficamente distribuidos.

2.2 Antecedentes de Investigación en la temática

En el año 2003 un grupo de investigadores de Ingeniería de Software del Instituto de Informática de la UNSJ, se inicia en el camino de los ambientes colaborativos a través de la participación en un proyecto de investigación financiado por Brasil, PROSUL.

Desde el año 2005 se avanza conjuntamente con la línea anterior, en el área de la ingeniería de software empírica, canalizando la investigación y ejecución de experimentos a través de proyectos de investigación financiados para UUNN y de tesis de Licenciatura en C. Información. El grupo de investigación se fue afianzando y concretando vínculos con investigadores de otras Universidades extranjeras (Chile y Colombia). La SPU del Ministerio de Educación de la Nación Argentina aprobó y financió proyectos, dentro de los prog. Fortalecimiento de Redes Interuniversitarias II, III y IV. También se sumaron proyectos financiados por Chile (LACCIR) y por Colombia (COLCIENCIAS-CINTEL, Renata, Red Clara), incorporando UUNN de esos países y también de Panamá, Costa Rica y Brasil. Estos permitieron, además de la movilidad de investigadores, poder planificar y ejecutar experimentos en ambientes distribuidos, algunos resultados [15], [16], [17], [18].

Se concibió el Grupo de investigación LACXSER (Latin American Colaboratory of eXperimental Software Engineering Research) [19]. Iniciativa liderada por investigadores latinoamericanos en Ingeniería del Software, con el propósito de fortalecer las capacidades de investigación aplicada e intercambio académico en IS para las Universidades de la región, usando redes académicas de alta velocidad.

2.3 Los alumnos como sujetos experimentales

Muchos estudios empíricos han tomado estudiantes como sujetos. Esto incluye un doble objetivo, tiene valor pedagógico y de interés para el estudiante y el investigador debe ser capaz de asegurar el valor educativo de estos estudios, más allá de los objetivos del estudio empírico [20]. En las clases de IS los estudiantes aprenden a analizar, diseñar, codificar, testear, etc, todo lo involucrado con el proceso de

desarrollo de software y son esas las actividades en las que van a participar cuando se conviertan en profesionales. Por lo tanto es necesario planificar cuidadosamente, dentro de las clases de IS, los estudios empíricos.

Los estudiantes son considerados en un experimento como profesionales menos experimentados, muchas veces sin tener en cuenta los años de estudio, sus capacidades o habilidades [10].

2.4 Recolección de los datos

Para las experiencias realizadas se confeccionaron cuestionarios de satisfacción y de co-evaluación, siguiendo los lineamientos de Bob Hayes [21] para construir cuestionarios estadísticamente fiables. Fueron elaborados en base al conocimiento adquirido por el grupo de investigación del Instituto de Informática de la UNSJ, en estudios previos realizados [22], [23] entre otros, y luego adaptados y mejorados con el aporte de los investigadores del LACXSER.

Los experimentos permiten medir variables dependientes [6], aquellas cuyos resultados se desean evaluar y analizar cómo son influenciadas por los tratamientos aplicados. Estas variables pueden ser objetivas (datos cuantitativos) y subjetivas (datos cualitativos, basados en la percepción). Las variables objetivas se analizarán por medio de test de hipótesis de acuerdo a las distribuciones y a la cantidad de datos con que se cuente [24], y las subjetivas a través de los cuestionarios.

3. Propuesta

Las experiencias realizadas fueron evolucionando, de actividades con grupos de alumnos en forma co-localizada e individual, a actividades colaborativas en ambientes geográficamente distribuidos. Siempre con un diseño experimental que diera validez a las conclusiones arribadas.

La presente tesis se nutre de todo lo realizado, de la experiencia adquirida, de los resultados obtenidos y propone un nuevo modelo para actividades de aprendizaje colaborativo y distribuido, ampliado a una variedad de modelos instruccionales, según el diseño experimental. Este modelo es denominado Modelo CODILA Ampliado (CODILA + A, en forma abreviada). Este modelo generalizado tiene un fuerte soporte experimental y es planteado con ciertas características [6] para poder considerar válidas las conclusiones.

3.1 Modelo CODILA Ampliado - CODILA + A

El Modelo CODILA Ampliado se enmarca dentro del tipo de aprendizaje cooperativo formal [5]. En las actividades ó sesiones planteadas para el Modelo (ver figura 1) participan actores (profesores, alumnos) con responsabilidades bien definidas (roles). Estos son: Profesor experto (encargado de impartir los conocimientos teóricos y definir las actividades prácticas, realiza todas las acciones pre-instruccionales e instruccionales de la experiencia), Profesores mediadores (uno por cada universidad

participante, realizan el seguimiento de sus alumnos) y Alumnos (son los protagonistas y objeto del proceso de enseñanza-aprendizaje).

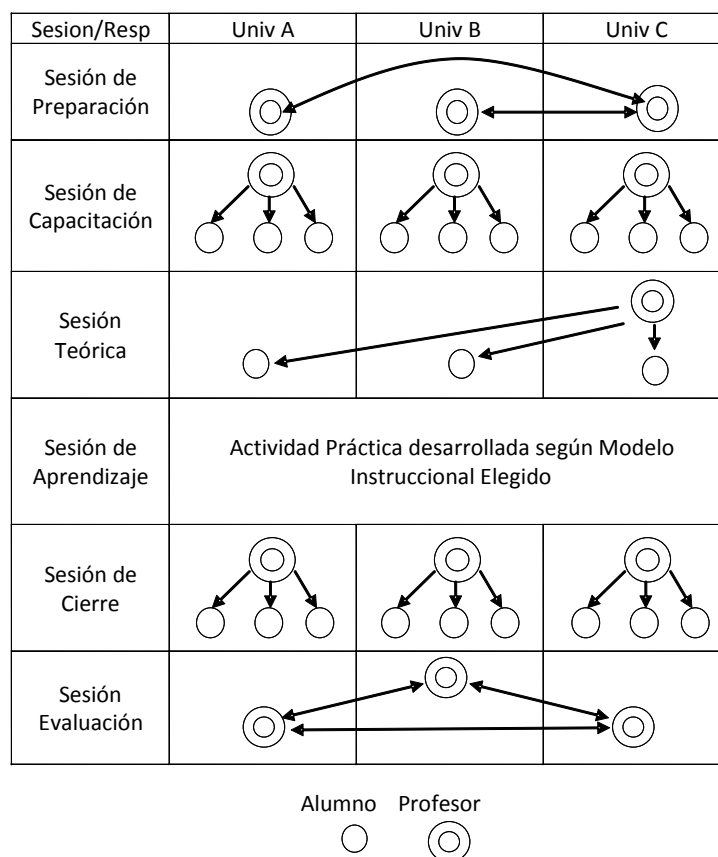


Fig.1. Modelo CODILA Ampliado (CODILA+A)

Premisas a tener en cuenta para el uso del modelo:

Para la conformación de los grupos distribuidos se recomienda la participación de no más de tres (3) universidades, en lo posible un alumno por cada una, debido a las dificultades existentes con la diferencia horaria y de coordinación. Una cantidad de 3 personas por grupo minimiza el trabajo no cooperativo e improductivo [25].

La temática de IS a abordar debe ser divisible proporcionalmente en tantas unidades funcionales ó lógicas como instituciones participen. En este caso debería dividirse en tres (3) partes, cada una con coherencia lógica y objetivos individuales, y cuya práctica asociada cumpla las mismas características, es decir que el resultado de la práctica grupal sea el aporte de los tres componentes prácticos.

Para crear un ambiente colaborativo y distribuido se usa, en la sesión práctica del Modelo CODILA+A, una técnica estructurada como JIGSAW [26].

Las sesiones involucradas en el modelo CODILA+A son las siguientes:

1) *Sesión de Preparación:* definir el objetivo de la actividad, la temática a abordar, participantes, identificar variables independientes (factores y tratamientos),

dependientes, las hipótesis en base a esas variables. Determinar el contexto donde se aplicará la actividad y todas las pre-condiciones consideradas para poder replicar el experimento bajo el mismo contexto, con otros sujetos. Las actividades de esta sesión están relacionadas con las actividades de ‘definición y planificación de la experiencia’ de [6], y las directrices “elección de factores y niveles y selección de la variable de respuesta” de [27] y corresponde a la tarea de los profesores “tomar decisiones pre-instruccionales” en el marco del aprendizaje cooperativo formal [5].

2) *Sesión de Capacitación*: optativa, dependiendo de la temática y la plataforma de comunicación se decide si es necesario realizar una capacitación previa a los alumnos sobre su uso, o sobre conceptos previos requeridos para nivelar a los participantes de la experiencia. Esta sesión corresponde a la “instrucción de tecnología” que indica Johnson & Johnson [5].

3) *Sesión Teórica*: a cargo del profesor experto. Actividad similar a la clase expositiva tradicional, el profesor experto también dicta la clase a grupos de alumnos geográficamente dispersos, quienes la atienden a través de algún medio de comunicación multimedial, en forma remota y sincrónica. Corresponde a la actividad “explicar la tarea y la interdependencia positiva” [5].

4) *Sesión de Aprendizaje*: directamente relacionada con el modelo instruccional elegido para el diseño de la experiencia. Cada etapa de esta sesión debe seguir lo propuesto en el modelo instruccional. Corresponde a la actividad “monitorear el aprendizaje de los estudiantes e intervenir en los grupos para proveer asistencia o para promover el desarrollo colaborativo del grupo” [5].

5) *Sesión de Cierre*: finalizada la sesión de aprendizaje, los alumnos de cada universidad se reunirán con su profesor mediador, en forma co-localizada y sincrónica, para debatir sobre la experiencia educativa vivida, registrar sus aportes, críticas y sugerencias y cerrar académicamente el experimento

6) *Sesión de Evaluación*: etapa de recolección y consolidación de los datos obtenidos, de análisis, procesamiento estadístico, validación de los resultados y elaboración de conclusiones. Se utilizan notas de evaluación individuales, grupales, cuestionarios de satisfacción de los alumnos y mecanismos de co-evaluación entre pares. Corresponde a la actividad “Evaluar el aprendizaje de los estudiantes y del proceso del grupo” dentro del marco del aprendizaje cooperativo formal [5].

La macro estructura del Modelo CODILA+A será instanciada por procesos instruccionales diferentes, en la sesión de aprendizaje, para adaptarse a cada diseño experimental específico.

3.2 Modelo Instruccional

El Modelo Instruccional elegido para la sesión de aprendizaje depende del diseño experimental; si se trata de una experiencia que consiste en analizar los resultados de aplicar 2 más tratamientos diferentes a un mismo objeto (se trata de un factor con 2 ó más tratamientos), es necesario tantos grupos de alumnos como tratamientos se deban aplicar. Los grupos conformados deben estar balanceados [6].

En este trabajo sólo se tendrán en cuenta diseños experimentales de uno y dos factores y de dos tratamientos cada uno, para simplificar y clarificar bien su aplicación y usos. A continuación se expone una expresión matemática (1) creada para representar la combinación de Modelos Instruccionales para un diseño experimental:

$$\mathbf{R} = \mathbf{EFG} * \mathbf{ETG} * \mathbf{T(O)} \quad (1)$$

Donde **R** es el resultado que será medido y evaluado en la experiencia, **EFG** es la estrategia de formación de grupos, **ETG** es la estrategia de trabajo de los grupos, **T** es la técnica o proceso a aplicar y **O** es el objeto sobre el cual los grupos aplican una técnica, para obtener un resultado R.

Esta expresión es originada en la presente propuesta para dar explicación a los modelos instruccionales correspondientes a los distintos diseños experimentales. La propuesta del presente trabajo genera los modelos instruccionales para cada una de las posibles combinaciones de las variables independientes de la ecuación precedente.

El Modelo CODILA+A no se limita únicamente a las soluciones instruccionales plasmadas en la presente tesis sino que es posible enriquecer el Modelo genérico agregando otras combinaciones instruccionales probadas o posibles de experimentar, como el método de Casos, el método BauHaus y la Controversia constructiva [28], [29], [30], [31] entre otros.

A continuación se presentan los distintos modelos instruccionales, para realizar la sesión de práctica de aprendizaje, tomando las posibles variabilidades de diseños, teniendo en cuenta si se trata de un solo factor o de dos factores, con dos tratamientos.

3.2.1 Modelos Instruccionales para un Diseño de un factor con dos tratamientos

Es solo una la variable que puede asumir uno de dos tratamientos, la cantidad de posibilidades para la fórmula es: $C(4,1)=4$ y son las siguientes:

R = EFG*ETG*T(O). *Variación de la técnica o proceso.* El objetivo de la experiencia es la comparación de dos técnicas o procesos diferentes para realizar alguna actividad u obtener algún resultado, sobre un mismo objeto, el resto de las variables se mantienen constantes y son controladas para evitar que influyan en los resultados, los grupos que abordarán cada tratamiento se conformarán del mismo modo y trabajarán con la misma estrategia.

R = EFG*ETG*T(O). *Variación del objeto a estudiar.* El objetivo de la experiencia es comparar los resultados de aplicar la misma técnica, con grupos de trabajo conformados y que trabajen de la misma manera, a objetos diferentes o con características diferentes.

R = EFG*ETG*T(O). *Variación de formación de los grupos.* Si el objetivo de la experiencia es analizar cómo es el comportamiento o qué resultados se obtienen de aplicar una misma técnica, sobre un mismo objeto usando grupos que trabajen de la misma manera, pero conformados en forma diferente (pre-condiciones distintas).

R = EFG*ETG*T(O). *Variación de la estrategia de trabajo de los grupos.* El objetivo de la experiencia es analizar cómo es el comportamiento o qué resultados se obtienen de aplicar una misma técnica, sobre un mismo objeto, usando grupos conformados de la misma manera, pero que trabajen en forma diferente (estrategia de trabajo distinta).

3.2.2 Modelos Instruccionales para un Diseño de dos factores con dos tratamientos

En este caso son dos las variables independientes las que pueden asumir uno de dos tratamientos cada una, la cantidad de posibilidades para la fórmula es: $C(4,2)=6$.

R = EFG*ETG*T(O). *Variación de la técnica o proceso y variación del objeto de estudio.* El objetivo de la experiencia es la comparación de dos técnicas o procesos diferentes para realizar alguna actividad u obtener algún resultado, sobre dos tipos de

objeto u objetos con características diferentes, los grupos que abordarán cada tratamiento se conformarán del mismo modo y trabajarán con la misma estrategia.

R= EFG*ETG*T(O). *Variación de la estrategia de formación de los grupos y de la técnica o proceso.* El objetivo de la experiencia es analizar como es el comportamiento o que resultados se obtiene de aplicar diferentes técnicas o procesos, sobre un mismo objeto, usando grupos conformados bajo pre-condiciones diferentes, pero que trabajen de la misma manera.

R= EFG*ETG*T(O). *Variación de la estrategia de formación de los grupos y del objeto a estudiar.* El objetivo de la experiencia es comparar los resultados de aplicar la misma técnica, con grupos de trabajo conformados en forma diferente pero que trabajen de la misma manera, a objetos diferentes o con características diferentes.

R= EFG*ETG*T(O). *Variación de la estrategia de trabajo de los grupos y de la técnica o proceso.* El objetivo de la experiencia es analizar como es el comportamiento o que resultados se obtiene de aplicar diferentes técnicas o procesos, sobre un mismo objeto, usando grupos conformados del mismo modo pero que trabajen en forma diferente.

R= EFG*ETG*T(O). *Variación de la estrategia de trabajo los grupos y del objeto a estudiar.* El objetivo de la experiencia es comparar los resultados de aplicar la misma técnica o proceso, con grupos formados del mismo modo pero que trabajen de manera diferente, a objetos diferentes o con características diferentes.

R= EFG*ETG*T(O). *Variación de la estrategia de formación de los grupos y de la estrategia de trabajo de los grupos.* El objetivo de la experiencia es comparar los resultados de aplicar la misma técnica o proceso, al mismo objeto, con grupos de trabajo conformados en forma diferente y que trabajen de manera diferente.

3.3 Plantilla para documentar actividades experimentales. Modelo CODILA+A

En la tabla 1 se presenta la plantilla para documentar actividades experimentales, para la enseñanza de la ingeniería de software, en ambientes colaborativos y distribuidos geográficamente. La ejecución de la experiencia no debería comenzar hasta que todos los datos y definiciones se hayan completado.

Tabla 1. Plantilla guía para el diseño de actividades colaborativas y distribuidas.

Plantilla para Documentar Actividades experimentales, colaborativas y distribuidas. CODILA+A		
1.	Temática	Se define el tema objeto de aprendizaje para la actividad colaborativa. Debe ser limitado y factible de desarrollar en un contexto distribuido.
2.	Breve descripción de la actividad	Se describe sintéticamente la actividad de aprendizaje a llevar a cabo y la forma de dividirla.
3.	Objetivo	Plantear los propósitos pedagógicos y de investigación (experimentales) perseguidos por la actividad.
4.	Breve justificación	Beneficios potenciales de desarrollar la temática bajo una actividad experimental, colaborativa y distribuida.
5.	Universidad líder / Nombre del profesor experto	Identificar la Universidad que propone, planifica y guía la ejecución de la actividad, como también el nombre del profesor experto en la temática escogida.

6.	Universidades participantes y mediadores institucionales	Listado de universidades participantes, ya sea con alumnos, dictando clases, proveyendo soporte técnico y/o análisis de resultados, monitoreando, etc. y de los profesores mediadores.
7.	Fecha de ejecución	Fecha de ejecución de la actividad, acordada. Indicar períodos para cada una de las sesiones del Modelo CODILA+A y del Modelo Instruccional.
8.	Pre-condiciones para los alumnos	Pre-requisitos que deben satisfacer los alumnos para participar en la actividad (conocimiento o nivel académico necesario).
9.	Requisitos para la comunicación	Plataforma de comunicación, herramientas de soporte a la colaboración. Diferencia horaria entre las U. participantes, para coordinar las interacciones entre ellas (de profesores y de alumnos).
10.	Diseño experimental	Identificar, en base a la ecuación $R=EFG*ETG*T(O)$, las variables dependientes, independientes, factores, tratamientos.
11.	Hipótesis	Definir la o las hipótesis que se desean corroborar. Se debe tener en cuenta el diseño experimental y hacerlo formalmente, con hipótesis nula e hipótesis alternativa. Las hipótesis pueden ser varias: Orientadas a brindar un beneficio a la industria del software, a brindar un aporte a la educación superior, o de interés propio de la investigación.
12.	Modelo instruccional	Según qué variables independientes, la cantidad de factores, tratamientos (EFG, ETG, T, O), se debe elegir uno de los modelos instruccionales. Y detallar duración, documentación necesaria, responsables, etc. De cada sesión planteada.
13.	Evaluación y Análisis de Resultados	Indicar y definir todos los artefactos de medición de la actividad: cuestionario de co-evaluación entre pares, de medición de satisfacción, evaluación del trabajo presentado individual y grupal, y todos los mecanismos de validación, de análisis estadístico, tests, etc.
14.	Material de apoyo	Definir y preparar: toda la documentación requerida para la actividad: documentos de teoría, ejercicios, etc.
15.	Productos esperables	Lista de los productos que se desean obtener, por ejemplo: la publicación del método, de la actividad, de los resultados, etc.
16.	Anexos	Documentos relacionados con la actividad, no incluidos como material de apoyo, por ejemplo referencias bibliográficas, sobre las que se basa el experimento, sitios de interés, etc.

4. Conclusiones

El Modelo CODILA+A está validado por las experiencias realizadas, en las que se basó su generación, con lo cual se puede intuir que es un efectivo Modelo de Apoyo para la preparación de actividades experimentales destinadas a la enseñanza de ingeniería de software en ambientes colaborativos y distribuidos.

La Ingeniería de software es un área en constante evolución y es uno de los sectores más afectados por el fenómeno de la globalización. Esto debiera empujar a las universidades a la formación de profesionales capaces de gestionar los aspectos técnicos y humanos del proceso de desarrollo de software en ambientes distribuidos, proporcionando experiencias colectivas en el desarrollo de software [15].

Ejercitar o capacitar a los alumnos para el desarrollo de habilidades técnicas y sociales, en un laboratorio de Ingeniería de Software Distribuido, los familiariza con situaciones que tendrán que enfrentar durante su trabajo profesional futuro. Trabajar con un modelo que estructure la estrategia colaborativa del trabajo en ambientes distribuidos permitirá a los estudiantes mejorar sus capacidades para participar en

proyectos con personas de otro país, otra cultura, sin miedo al fracaso, reduciendo la incertidumbre que produce actuar en un escenario de desarrollo de software global.

Por lo tanto, el Modelo CODILA + A es un aporte:

- A la industria del software, ofrece la posibilidad de ejecutar experimentos en forma guiada y metódica, y de obtener resultados estadísticamente fiables y significativos sobre mejoras o incorporaciones (de tecnologías o procesos) en el proceso de desarrollo.
- A los alumnos, ofrece la oportunidad de trabajar en entornos distribuidos y colaborativos y desarrollar sus habilidades sociales que serán de utilidad en su futuro profesional, además de la adquisición de capacidades técnicas. Valoran la importancia de los estudios empíricos, para dar cientificidad y formalismo a los aportes de la Ingeniería de Software.
- A las instituciones educativas, permite adaptarse a los requerimientos del medio, para entregar profesionales con las capacidades y habilidades necesarias en el mundo de la globalización.
- A los investigadores, les permite definir, diseñar y ejecutar, en forma ordenada y sistemática, nuevos experimentos para validar hipótesis o replicar experiencias. Y permite recolectar datos uniformes y consolidados, para realizar estudios.

Posibles Ampliaciones:

El contar con las experiencias definidas formalmente a través de un modelo, usando una plantilla de definición, diseño y planificación, permite catalogar las experiencias y es posible generar un repositorio digital, tal como lo propone Wohlin y otros [6], que sea de fácil acceso y les permita a los investigadores recurrir a él, tanto para replicar las experiencias y poder validar los indicios estadísticos, como para realizar estudios específicos. Este repositorio admitirá que la industria del software acuda a buscar resultados fiables, cuando desee incorporar una mejora en sus procesos ó aplicar nuevos procesos o técnicas, y poder tomar una decisión en base a ello.

También es posible extender la expresión para definir los modelos instruccionales, ampliando las posibilidades de diseño y la combinación de tratamientos y factores, así como la generación de otros modelos instruccionales para aplicar en el Modelo CODILA+A, tanto en el uso de diferentes estrategias colaborativas, como diseños con más de dos factores o más de dos tratamientos.

Resta definir algún método para identificar y medir efectivamente los indicadores de interacción y colaboración, en base a los registros obtenidos en las últimas experiencias.

Es necesario contar con una plataforma colaborativa adecuada que soporte este tipo de experiencias, que permita además de ser un espacio de comunicación y el monitoreo del proceso de colaboración entre los participantes de la actividad.

Referencias

- [1] D. Damian y D. Moitra, «Global Software Development: How Far Have We Come?», *IEEE Software*, vol. 23, n°. 5, pp. 17– 19, oct. 2006.
- [2] J. Grudin, «Computer-supported cooperative work: history and focus», *Computer*, vol. 27, n°. 5, pp. 19–26, may 1994.
- [3] K. L. Orvis y A. L. R. Lassiter, Eds., *Computer-Supported Collaborative Learning*. IGI Global, 2008.

- [4] E. Bareiša, E. Karčiauskas, E. Mačikėnas, y K. Motiejūnas, «Research and development of teaching software engineering processes», in *Proceedings of the CompSysTech '07*, Bulgaria, 2007, pp. 75:1–75:6.
- [5] D. W. Johnson y R. T. Johnson, «Cooperation and the use of technology», in *Handbook of research on educational communications and technology*, Taylor & Francis, 2008, pp. 401–418.
- [6] C. Wohlin, P. Runeson, M. Höst, M. Ohlsson, B. Regnell, y A. Wesslén, *Experimentation in Software Engineering: An Introduction*, 1st ed., vol. 6. Springer, 1999.
- [7] M. V. Zelkowitz y D. Wallace, «Experimental validation in software engineering», *Information and Software Technology*, vol. 39, n.º. 11, pp. 735–743, 1997.
- [8] N. Juristo y A. M. Moreno, *Basics of software engineering experimentation*. Kluwer Academic Publishers, 2001.
- [10] J. Carver, L. Jaccheri, S. Morasca, y F. Shull, «Issues in Using Students in Empirical Studies in Software Engineering Education», in *IEEE International Symposium on Software Metrics*, Sydney, Australia, 2003, p. 239.
- [11] T. D. Koschmann, «Paradigm shift and instructional technology: an introduction», in *CSCIL, theory and practice of an emerging paradigm*, Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers., 10 Industrial Ave., Mahwah, NJ 07430.: Routledge, 1996, pp. 1–23.
- [15] M. I. Lund, S. Zapata, L. Aballay, M. Herrera, E. Torres, C. A. Collazos, F. D. Giraldo, y S. F. Ochoa, «Evaluación de un proceso instruccional colaborativo de ingeniería de software para ambientes de aprendizaje distribuidos», *RASI*, vol. 6, n.º. 2, pp. 149–160, sep. 2009.
- [16] C. A. Collazos, S. F. Ochoa, S. Zapata, F. D. Giraldo, M. I. Lund, L. Aballay, y G. T. de Clunie, «CODILA: A Collaborative and Distributed Learning Activity applied to software engineering courses in Latin American Universities», in *2010 6th International Conference on Collaborative Computing: Networking, Applications and Worksharing (CollaborateCom)*, 2010, pp. 1–9.
- [17] F. D. Giraldo, C. A. Collazos, S. F. Ochoa, L. Aballay, G. Torres de Clunie, S. Zapata, C. Clunie, y M. I. Lund, «Una Propuesta Latinoamericana de Colaboración en la Enseñanza de la Usabilidad del Software», *Revista Colombiana de Computación - RCC*, vol. 11, n.º. 1, pp. 41–55, dic. 2010.
- [18] M. Herrera, M. I. Lund, y A. Mallea, «Extracción de Factores que inciden en experiencias de Ambientes de Aprendizaje Distribuidos», in *V Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, El Calafate, Santa Cruz, Argentina, 2010, pp. 150–158.
- [19] «Grupo de investigación LACXSER (Latin American Colaboratory of eXperimental Software Engineering Research)», *LACXSER*, actual-2009. [Online]. Available: www.lacxser.org.
- [20] M. Host, B. Regnell, y C. Wohlin, «Using Students as Subjects - A Comparative Study of Students and Professionals in Lead-Time Impact Assessment», *Empirical Software Engineering*, vol. 5, n.º. 3, pp. 201–214, nov. 2000.
- [21] B. E. Hayes, *Measuring customer satisfaction: survey design, use, and statistical analysis methods*, 2.ª ed. ASQ Quality Press, 1998.
- [22] M. I. Lund, S. Zapata, y M. Herrera, «Proposal to Measure Software Customers Satisfaction», in *Argentine Symposium on Software Engineering ASSE'2000 (29 JAIIO)*, Tandil, 2000, pp. 185–197.
- [23] M. I. Lund, N. Recabarren, y S. Zapata, «Un Diseño para la Medición del Nivel de Satisfacción de Alumnos Respecto de Cursos Universitarios», in *IX Congreso Iberoamericano de Educación Superior en Computación*, Mérida - Venezuela, 2001.
- [25] B. Gross Davis, «Collaborative Learning: Group Work and Study Teams», in *Tools for Teaching*, 1.ª ed., Jossey-Bass, 1993, pp. 147–158.
- [26] E. Aronson, «The Jigsaw Classroom», *Sitio oficial de Jigsaw*, 2012-2000. [Online]. Available: <http://www.jigsaw.org/>.
- [28] «IGI Global: The Case Method and Collaborative Learning (9781599047539): Stephanie L. Brooke: Book Chapters». .
- [29] D. Johnson, R. T. Johnson, y M. B. Stanne, «Cooperative Learning Methods: A Meta-Analysis», *Methods*, vol. 1, pp. 1–33, 2000.
- [30] D. W. Johnson y R. T. Johnson, «Conflict in the Classroom: Controversy and Learning.», *Review of Educational Research*, vol. 49, n.º. 1, pp. 51–69, 1979.
- [31] D. W. Johnson, «Constructive Controversy: The Value of Intellectual Conflict», *SSRN eLibrary*, nov. 2008.